

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-92491

(43) 公開日 平成9年(1997)4月4日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 H 1/46			H 0 5 H 1/46	B
C 2 3 C 16/56			C 2 3 C 16/56	
C 2 3 F 4/00			C 2 3 F 4/00	A
				D
H 0 1 L 21/205			H 0 1 L 21/205	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-250409

(22) 出願日 平成7年(1995)9月28日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 富岡 和広

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

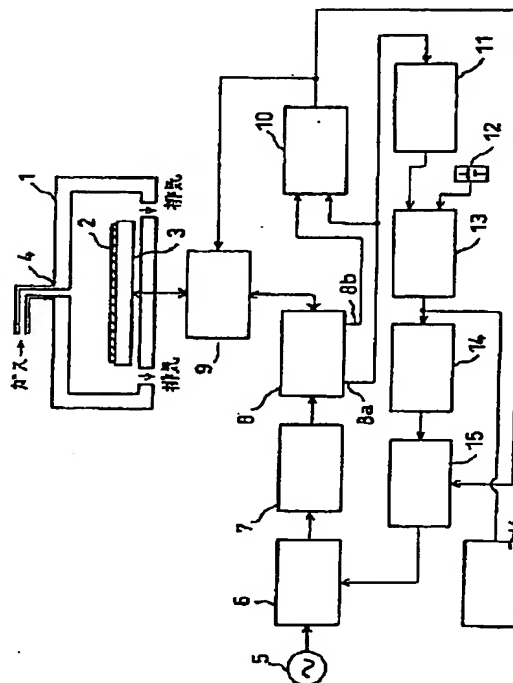
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、プラズマ処理容器内の異常放電の発生を検出し、異常放電の発生頻度を抑制し、異常放電による突発的なダスト発生、被処理基体表面の損傷、基体の汚染、基体の電気素子の絶縁破壊等の発生を低減することが可能なプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】本発明のプラズマ処理装置は高周波電力を発生する手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器に高周波電力を導入する電極と、電極から反射する高周波電力を検出する手段と、高周波電力を発生する手段のインピーダンスと、プラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて電極に印加する高周波電力を制御する手段とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】高周波電力を発生する手段と、  
プラズマ処理容器と、  
プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、  
プラズマ処理容器に高周波電力を導入する電極と、  
この電極から反射する高周波電力を検出する手段と、  
前記電極に印加する高周波電力のインピーダンスとプラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて電極に印加する高周波電力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、  
プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、  
プラズマ処理容器内にマイクロ波を導入する手段と、  
プラズマに反射したマイクロ波を検出する手段と、  
検出したマイクロ波の振幅の変動に応じてプラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】プラズマ処理容器内にプラズマを発生する手段と、  
プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、  
プラズマ処理容器にマイクロ波を導入する手段と、  
プラズマを透過したマイクロ波を検出する手段と、  
検出したマイクロ波の振幅の変動或いは位相の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、  
プラズマ処理容器と、  
プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、  
プラズマ処理容器内における発光の強度を検出する手段と、  
前記プラズマを発生させる手段の出力を検出した発光強度の変動に応じて、制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 5】プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、  
プラズマ処理容器内に電極から高周波電力を導入しプラズマを生成する工程と、  
前記電極に印加する高周波電力のインピーダンスとプラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて、電極に印加する高周波電力を制御する工程とを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 6】プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、  
プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段を用い

てプラズマを発生させる工程と、  
プラズマ処理容器内にマイクロ波を導入する工程と、  
プラズマに反射したマイクロ波あるいはプラズマを透過したマイクロ波を検出し、前記反射したマイクロ波の振幅の変動あるいは前記透過したマイクロ波の振幅の変動若しくは位相の変動に応じて、前記プラズマを発生させる手段の出力を制御する工程とを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 7】プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、  
プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段を用いて、プラズマを発生させる工程と、  
プラズマ処理容器内における発光の強度を検出する工程と、  
検出した発光強度の変動に応じて前記プラズマを発生させる手段の出力を制御する工程とを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関し、プラズマ処理容器内で発生する異常放電を処理中に検出すると共に被処理基体の形状異常、静電ダメージの発生を低減し、同時に異常放電によるプラズマ処理容器の損傷を防止し、消耗の進行を抑制することが可能なプラズマ処理装置に関する。

【従来の技術】DRAM (Dynamic RAM) ロジックLSI およびマイクロプロセッサ等の半導体装置の高密度化および高性能化の進行に伴って素子や配線等の微細加工技術・高純度の成膜技術の重要度が増している。上記微細加工や高純度の成膜には、ハロゲン系ガスからプラズマを発生してエッチングを行ったり、無機材料ガスまたは有機材料ガスからプラズマを発生させてCVD (化学的蒸着法) により成膜を行っている。平行平板電極を有するプラズマ処理装置について図 11 を参照して説明する。プラズマ処理容器 101 の内部には基体サセプター 103 があり、被処理基体 102 が載置されている。プラズマ処理容器 101 は図示しないターボ分子ポンプや油拡散ポンプなどを用いて真空排気する。続いてガス導入口 104 に反応性ガスを導入してプラズマ処理容器 101 内を一定圧力に保持する。次に高周波源 105 により発生させた高周波を高周波増幅器 106 でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅し、増幅した高周波を方向性結合器 107 および整合器 108 をへて基体サセプター 103 に印加する。整合器制御器 109 はプラズマが発生したとき、基体サセプター 103 に印加される高周波のインピーダンスに整合するように整合器 108 内の可変コンデンサーの容量を変化させる等の動作を行う。一般的にプラズマ処理容器 101 の内部は被処理基体 102 等の金属汚染を防止するため、表面をアルマイト処理されたアルミニウム等が用いられている。アルマイト層は通常陽極酸化法により約 100

nm程度に形成されている。CVD法や比較的蒸気圧が低い反応生成物が発生するエッチングプロセスではアルマイト層上に堆積膜が生成しやすくなり、エッチング工程を重ねるに従い堆積膜が生成されると、堆積膜表面でチャージアップする。ここで何らかの原因で堆積膜表面近くで微小なアーク放電が多数発生すると、多量の堆積膜が剥がれ、ダストの原因になる。このダストの発生により被処理基体102内の素子及び配線の短絡、断線が発生するという問題があった。また、上記トラブルを未然に防ぐためには、堆積膜が剥がれ始めるある厚さ以上になる前にプラズマ処理容器101を洗浄する等のメンテナンスを行う必要がある。しかし、このメンテナンスを行うタイミングを正確に把握するのが困難であった。一方、アルミニウム等の金属配線をエッチングによって形成する場合、プラズマ処理容器101に $Cl_2$ ないしは $BCl_3$ ガスを導入し、プラズマを発生させるが $Cl_2$ ないしは $BCl_3$ ガスは反応性が高い為、プラズマ処理容器101内表面のアルマイト層が少しずつエッチングされる。アルマイト層がエッチングされ消滅すると内壁のアルミニウムが露出して、この状態で上述のアーク放電等の異常放電が発生すると内壁のアルミニウムないしはアルミニウム以外の鉄、マグネシウム等の金属不純物が被処理基体を汚染するという問題があった。また、アルミニウムが露出するまでのプラズマ処理容器101の寿命を知ることも困難であり、メンテナンスを行うタイミングを正確に把握する事が困難であるという問題があった。さらに被処理基体近くで異常放電が発生すると被処理基体そのものに形状損傷を与えたり、素子が静電破壊ないしは劣化に至り、半導体装置等の被処理基体の生産歩留まりを著しく低下させるという問題があった。

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記問題を考慮してなされたものであり、異常放電の発生頻度を抑制し、異常放電による突発的なダスト発生、被処理基体表面の損傷、基体の汚染、基体の電気素子の絶縁破壊等の発生を低減することが可能なプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する為に本発明の第1は、高周波電力を発生する手段と、電力プラズマ処理容器とプラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器に高周波を導入する電極と、前記電極から反射する高周波電力を検出する手段と、電極に印加する高周波電力のインピーダンスと、プラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて、電極に印加する高周波電力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。又、本発明の第1において、より具体的には高周波電力を制御する手段は、電極に印加する高周波電力のインピーダンスと、プラズマのインピーダンスとが整合された状態であると認

識する手段と、電極から反射する高周波電力の振幅の変動を検出する手段と、インピーダンスが整合された状態であると認識する手段と、振幅の変動を検出する手段とからの情報をもとに、前記電極に印加する高周波電力を制御する手段とからなる。又、本発明の第1において、高周波電力を制御する手段による高周波電力の制御は被処理基体近傍に発生する異常放電に対して、特に有効である。又、上記課題を解決する為に本発明の第2は、プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器にマイクロ波を導入する手段と、プラズマに反射したマイクロ波を検出する手段と、検出したマイクロ波の振幅の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。又、上記課題を解決する為に本発明の第3は、プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器にマイクロ波を導入する手段と、プラズマを透過したマイクロ波を検出する手段と、検出したマイクロ波の振幅の変動或いは位相の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。尚、本発明の第2乃至第3において高周波電力を制御する手段は、マイクロ波の特定の周波数帯における振幅の変動に応じて制御を行うことが異常放電に対応する特定のイオンや活性種の周波数帯に応じた測定が可能となり、異常放電の正確な検出を可能ならしめる上で好ましい。さらに又、上記課題を解決する為に本発明の第4は、プラズマ処理容器と、プラズマ処理容器内にプラズマを発生させる手段と、プラズマ処理容器にガスを導入する手段と、プラズマ処理容器内における発光の強度を検出する手段と、検出された発光強度の変動に応じて、プラズマを発生させる手段の出力、高周波を制御する手段とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。又、本発明の第1乃至第4のプラズマ処理装置において、電極から反射する高周波電力の振幅変動、マイクロ波の振幅あるいは位相の変動、及び発光強度の変動の各回数を計測する手段とを備えることがプラズマ処理容器の損傷、消耗の進行を把握する上で好ましい。本発明の第4において高周波電力を制御する手段は特定の波長における発光強度の変動に応じて、制御を行うことが異常放電のより正確な検出の為に好ましい。又、本発明の第5は、プラズマ処理容器内にプロセスガスを導入する工程と、プラズマ処理容器内に電極から高周波電力を導入し、プラズマを生成する工程と、前記電極に印加する高周波電力のインピーダンスとプラズマのインピーダンスとが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて、電極に印加する高周波電力を制御する工程を行うことを特徴とする。上記本発明の第1及び第5によれば、電極から反射

する高周波電力の振幅の変動に連応して、異常放電が発生する初期に発生を検出、異常放電が成長できる前に電極に印加する高周波電力を制御する手段により異常放電を低減させることができる。又、高周波電力を発生する手段と、プラズマとのインピーダンスが整合された状態における電極から反射する高周波電力の振幅の変動にのみ応じて電極に印加する高周波電力を制御する為、インピーダンスが整合されていない状態での電極から反射した高周波電力の振幅の変動によっては電力制御を行わないので不必要に高周波電力を遮断、低減してスループットを低下させる不具合はない。又、電極からの反射を検出する為、被処理気体に損傷をもたらす電極近傍における微少なプラズマの変動も検出可能である。又、本発明の第 2 及び第 6 によれば、プラズマ処理容器にマイクロ波を導入し、プラズマに反射したマイクロ波あるいはプラズマを透過したマイクロ波を検出している。プラズマ容器内で異常放電が発生すると、プラズマ密度（電子密度）が局所的に増加することによりプラズマ密度に比例するプラズマ周波数が増加する。ここにマイクロ波を導入すれば、プラズマを透過するマイクロ波透過率が減少して（プラズマに反射するマイクロ波が増大する）振幅が変動したり、透過するマイクロ波の位相が遅れる。その振幅の変動或いは位相の変動に連応して、プラズマを発生させる手段の出力を制御することにより、異常放電が発生する初期に発生を検出し、異常放電が成長し、被処理気体に損傷をあたえる前に低減させることができる。又、電極近傍にかかわらずプラズマ処理容器内全体に渡って、異常放電の検出を行うことが可能である。さらに、本発明の第 4 及び第 7 によれば、異常放電発生時におけるプラズマ処理容器内における発光強度を検出して、その変動に応じてプラズマを発生させる手段の出力を制御しているので異常放電発生時の初期に検出し、低減させることができる。又、電極近傍にかかわらず、プラズマ処理容器内全体に渡って異常放電の検出を行うことが可能である。

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施形態であるプラズマエッチング装置の概略構成図である。プラズマ処理容器 1 内には被処理基体 2 を載置した基体サセプター 3 が設置されている。まず、プラズマ処理容器 1 を図示しないターボ分子ポンプや油拡散ポンプなどによって真空排気し、プラズマ処理容器 1 に接続されたガス導入口 4 から処理に必要なイオン乃至はラジカルなど活性種を生成するガスを導入する。ガスを導入した後、プラズマ処理容器 1 内を一定の圧力に維持する。高周波源 5 により 13.56 MHz の高周波を発生し、この高周波を高周波スイッチ 6 を経て高周波電力増幅器 7 でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅する。増幅した高周波は方向性結合器 8 で基体サセプター 3 への進行波 8 b および 8 a に分けられる。この検出した進行波

および反射波は整合器制御装置 10 によって、反射波電力が最小かつ進行波電力が最大になるように整合器 9 の可変コンデンサーなど可変リアクタンス素子を制御する。すなわち、基体サセプター 3 に最大の電力が供給されるように基板サセプターに印加される高周波のインピーダンスと生成するプラズマのインピーダンスを整合するように整合器 9 を動作させる。高周波スイッチ 6 は通常 ON 状態、すなわち高周波を通過させるようになっている。さらに、高周波を発生させ、プラズマ処理容器 1 内にプラズマが発生すると整合器 9 および整合器制御器 10 によって数秒間上述のインピーダンスの整合動作が行われる。高周波を発生させてから整合動作が行われている期間、高周波スイッチ 6 は ON 状態に保持するようにゲート回路 15 で制御されている。ここで、プラズマを発生させた後の処理を行っているときに、何等かの原因でプラズマ処理容器 1 内にアーク放電等の異常放電が発生すると方向性結合器 8 の反射波出力 8 a に図 2 に示すようにパルス状の出力 a が発生する。この発生した反射出力パルスを検波器 11 にて包絡線検波する。検波器 11 で検波された波形は図 3 a に示す如き波形となる。ただし、図 2、図 3 は高周波スイッチ 6 をアーク放電の有無に関わらず常時 ON としたとき、すなわち本実施の形態の高周波スイッチ 6 を常時 ON 状態にして異常放電の低減の動作をしていないときの電圧波形である。検波器 11 で検波されたパルス信号は電圧比較器 12 によって基準電圧源 13 の発生する基準直流電圧  $V_{th}$ （図 3 中、破線で示す。）と比較される。上記基準電圧以上になったとき、異常放電が発生したものとみなし、パルス発生器 14 を動作させるトリガー信号を発生させる。パルス発生器 14 がトリガー信号によって発生した高周波遮断パルスを図 4 に示す。図 2 a に示した異常放電の持続時間とほぼ等しいかやや長い時間のパルスを発生させる。高周波遮断パルスはゲートの回路 15 により、インピーダンスの整合動作中は高周波スイッチ 6 に伝達されないものとする。これは高周波電源のインピーダンスとプラズマインピーダンスの整合動作中、反射波電圧が基準電圧源 13 の基準直流電圧  $V_{th}$  を越えることがあり、これを異常放電と誤認して高周波スイッチ 6 で高周波を OFF（遮断）し、遮断パルス期間後再び高周波が ON になる動作を繰り返す発振現象が見られることがあるためである。これは、本実施の形態により、異常放電の発生を判断し、スイッチ 6 による高周波制御に至る迄が高速化されたことにより従来測定しえなかった発振現象を検知してしまうことに起因する弊害と考えられる。そこで本実施の形態では、誤認動作を防止する為、整合器制御器 10 からインピーダンスが整合されていない旨の情報が得られた場合にはゲート回路 15 により、高周波電力の制御を行わないものとしている。なお、パルス数表示器 16 は異常放電の回数を計測することによりプラズマ処理容器 1 の堆積膜の成長や摩耗の程

度を知り、プラズマ処理容器1のメンテナンスや交換の目安とするために用いることができる。このプラズマ処理装置を用いてドライエッチングを行ったところ、反射波パルス波形は図6に示すように異常放電は発生過程で消弧される。波線は本実施の形態による異常放電の低減動作を行っていないときのものである。また、異常放電の発生頻度もパルス数表示器16により約60~80%減少している効果がみられた。プラズマ処理容器1の消耗進行も抑制され寿命も延ばすことができた。遮断パルス期間は異常放電の持続時間と同程度以上の期間でかつプラズマが消滅して整合動作に影響を与えない時間まで、すなわちプラズマ中の電子温度が減衰時間以下になるようにすればよい。具体的には遮断パルス時間、10マイクロ秒から10ミリ秒がよく、望ましくは50マイクロ秒から500マイクロ秒の範囲がよい。なお、本実施の形態において検波器の出力パルスを基準電圧源の直流基準電圧と比較することにより、異常放電を検出したがこれは検波器の出力波形を微分回路などでパルス分別することにより異常放電を検出してもよい。次に、本発明の第2の実施の形態であるプラズマ処理装置について図5を用いて説明する。ガス供給系、排気系は第1の実施例と同様であり、詳しい説明は省くと共に、第1の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号をふり、符号の説明を省く。第1の実施の形態と同様に、ガスを導入した後、プラズマ処理容器1内を一定の圧力に維持し、引き続き高周波源5により発生させた高周波は高周波スイッチ6を経て高周波電力増幅器7でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅する。一方、マイクロ波源21により発生した35GHzのマイクロ波を多孔型のマイクロ波方向性結合器22を通し送信ホーンアンテナ23により放射させる。放射したマイクロ波は第1の石英窓24からプラズマ処理容器1内に入射させる。通常プラズマ処理装置に用いられるプラズマの電子密度 $n_e$ は $10^9 \sim 10^{13} / \text{cm}^3$ である。このときプラズマ周波数 $\omega_p$  ( $n_e^{0.5}$ に比例)は約10~100GHzのマイクロ波領域にある。異常放電が発生しない均一なプラズマにおいて、プラズマ周波数に比べて高い周波数のマイクロ波を入射させるとプラズマ中を減衰なく伝搬する。プラズマ処理容器内に異常放電が発生すると電子密度 $n_e$ が局所的に増加しこれに伴ってプラズマ周波数も増加する。プラズマ周波数が入射マイクロ波の周波数をこえるとプラズマ中を伝搬できず減衰する。この現象はカットオフと呼ばれる。同時にマイクロ波の反射が起こる。このようにしても、異常放電が発生することによりプラズマから反射してくるマイクロ波は送信ホーンアンテナ23に入射する。この入射した反射波をマイクロ波方向性結合器22によって取り出し第1のマイクロ波検波器27によって検波する。図7は異常放電が発生したときの第1のマイクロ波検波器27の検波出力電圧である。異常放電が発生すると第1の実施の形態と同

様に異常放電にともなうパルス波形が得られた。一方、プラズマ中を通過したマイクロ波はプラズマ処理容器1の第2の石英窓から受信ホーンアンテナ26に導かれる。受信ホーンアンテナ26で得られた通過マイクロ波は第2のマイクロ波検波器28で検波される。図8は異常放電が発生したときの第2のマイクロ波検波器28の検波出力電圧である。異常放電が発生すると図7と反対に異常放電にともなう減少するパルス波形が得られた。ここで、プラズマを発生させて処理を行っているとき、上記第1のマイクロ波検波器27の出力パルスが基準電圧源12の発生するある直流基準電圧 $V_{th}$ 以上になったとき、電圧比較器13はトリガー信号をパルス発生器14に送る。切り換えスイッチ29はマイクロ波の反射による、あるいは通過による異常放電の検出方法を切り換えている。また、同時に論理反転器30によって電圧比較器13の出力正負論理を切り換えるために用いている。上記第2のマイクロ波検波器28で異常放電を検出する場合には直流基準電圧 $V_{th}$ 以下でパルス発生器14にトリガーを送る必要があるためである。上記マイクロ波の反射および透過による異常放電の検出のいずれの方法においても、第1の実施の形態と同様に高周波スイッチ6により一定時間高周波を遮断することにより異常放電の低減が可能であった。なお、本実施の形態において反射ないしは通過したマイクロ波の振幅を検出することにより異常放電を検出したが、これは反射ないしは通過したマイクロ波の位相変化の遅れ等を検出することにより異常放電を検出してもよい。続いて第3の実施の形態であるプラズマ処理装置について図面を参照しつつ説明する。図9はその概略構成図である。ガス供給系、排気系は第1の実施の形態と同様である。第1および第2の実施の形態と同様に、ガスを導入した後、プラズマ処理容器1内を一定の圧力に維持する。引き続き高周波源5で発生させた高周波は高周波スイッチ6を経て高周波電力増幅器7でプラズマを発生させるために必要な電力まで増幅される。ここで、プラズマを発生させて処理を行っているとき、異常放電が発生するとその発生している間、発光強度が上昇する。そこで第1の石英窓24から採光したプラズマの発光強度を発光強度検出器31で検出した後、パルス分列器32で約50マイクロ秒から500マイクロ秒の異常放電による発光の強度変化のみを取り出し、出力にトリガー信号を出す。プラズマ処理中、異常放電以外の要因による発光強度の変動による誤動作を回避するためである。パルス分列器31で得られたトリガー信号は上記、第1および第2の実施の形態と同様にパルス発生器14で一定時間のパルスとし、高周波スイッチ6により一定時間高周波を遮断することにより異常放電の低減が可能であった。なお、本実施の形態において発光強度検出器31に入射する発光強度の変化を検出することにより異常放電を検出したが、発光強度検出器31に分光計などを設置し、異常放電に関与

する特定のイオンや活性種の波長を検出してより正確な異常放電の検出を行うことも可能である。なお、本発明の各実施の形態は高周波を遮断することにより異常放電の発生を低減させたが、これは高周波の出力を低下させてもよい。また、本発明の実施の形態は基板サセプターに高周波を印加してプラズマを発生する方法について述べたが、これは誘導結合、プラズマ電子サイクロトロン共鳴、ヘリコン波などを用いてプラズマを発生する手段が他にあり、プラズマを発生する手段の高周波、マイクロ波の出力を異常放電の発生とともに遮断ないし低減させることにより異常放電を防止させてもよい。また、上記プラズマ処理装置において、基体サセプターに高周波バイアスを印加している場合にはその高周波バイアスを遮断ないしは低減させてもよい。

【発明の効果】プラズマ処理容器内の異常放電の発生を検出し、異常放電の発生頻度を抑制し、異常放電による突発的なダスト発生、被処理基体表面の損傷、基体の汚染、基体の電気素子の絶縁破壊等の発生を低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態であるプラズマ処理装置の概略構造図である。

【図 2】 第 1 の実施の形態における異常放電発生時の方向性結合器 8 の反射波出力パルスを示す図である。

【図 3】 第 1 の実施の形態における異常放電発生時の検波器 11 の出力パルスを示す図である。

【図 4】 第 1 の実施の形態における異常放電発生時のパルス発生器 14 の出力パルスを示す図である。

【図 5】 第 2 の実施の形態であるプラズマ処理装置の概略構造図である。

【図 6】 第 1 の実施の形態においてプラズマ処理装置の高周波スイッチを動作させ異常放電を低減させたときの反射波を示す図である。

【図 7】 第 2 の実施の形態における異常放電発生時の第 1 のマイクロ波検波器 27 の出力パルスを示す図である。

【図 8】 第 2 の実施の形態における異常放電発生時の

第 2 のマイクロ波検波器 28 の出力パルスを示す図である。

【図 9】 第 3 の実施の形態であるプラズマ処理装置の概略構造図である。

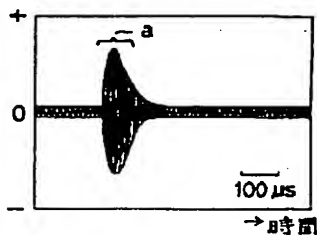
【図 10】 第 3 の実施の形態における異常放電発生時の発光強度検出器 31 の出力パルスを示す図である。

【図 11】 従来のプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

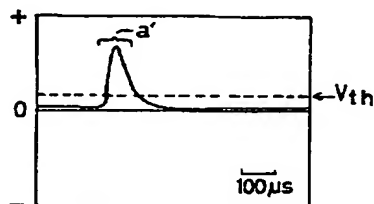
【符号の説明】

- 1, 101…プラズマ容器
- 2, 102…被処理基体
- 3, 103…基体サセプター
- 4, 104…ガス導入口
- 5, 105…高周波源
- 6…高周波スイッチ
- 7, 106…高周波電力増幅器
- 8, 207…方向性結合器
- 9, 108…整合器
- 10…整合器制御装置
- 11…検波器
- 12…電圧比較器
- 13…基準電圧源
- 14, 109…パルス発生器
- 15…ゲート回路
- 16…パルス数表示器
- 21…マイクロ波源
- 22…マイクロ波方向性結合器
- 23…送信ホーンアンテナ
- 24…第 1 の石英窓
- 25…受信ホーンアンテナ
- 26…第 2 の石英窓
- 27…第 1 のマイクロ波振幅検波器
- 28…第 2 のマイクロ波振幅検波器
- 29…切り換えスイッチ
- 30…論理反転器
- 31…発光強度検出器
- 32…パルス分別器

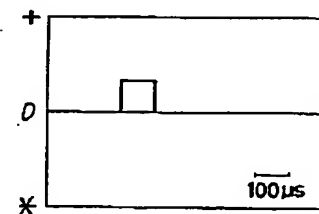
【図 2】



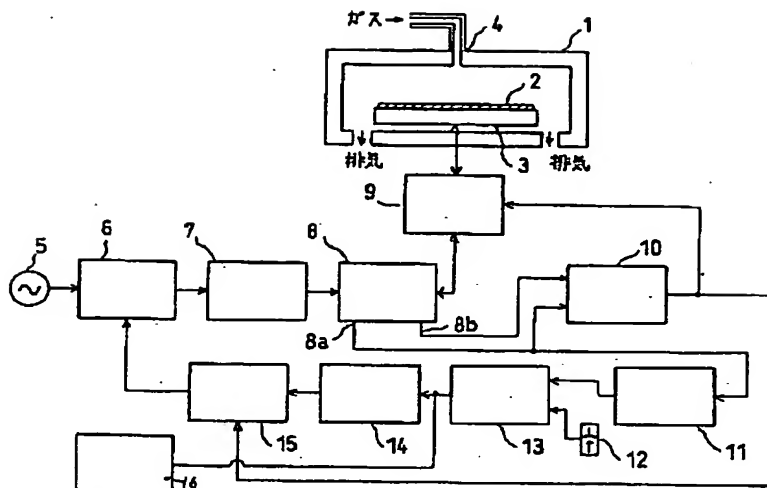
【図 3】



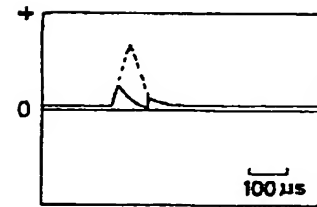
【図 4】



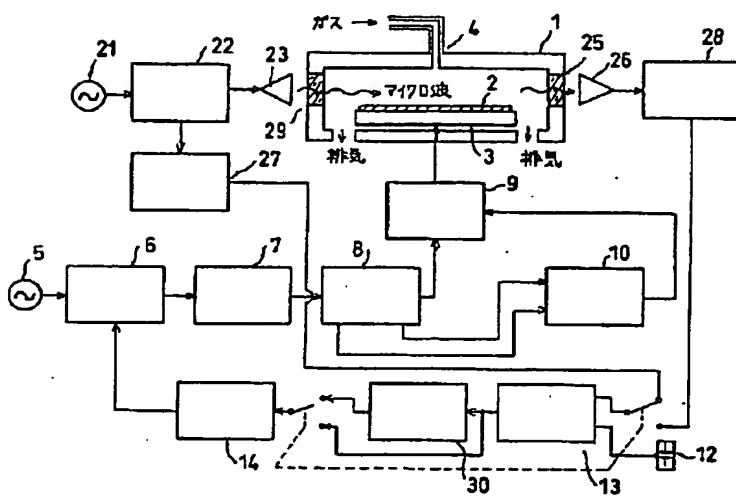
【図 1】



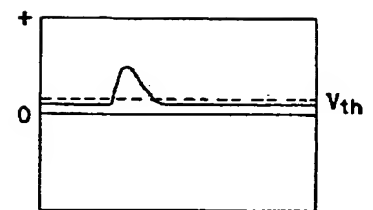
【図 6】



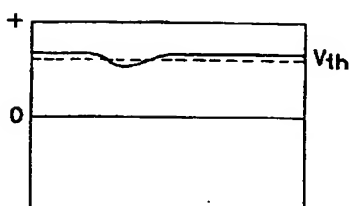
【図 5】



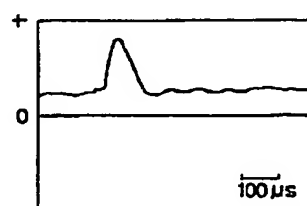
【図 7】



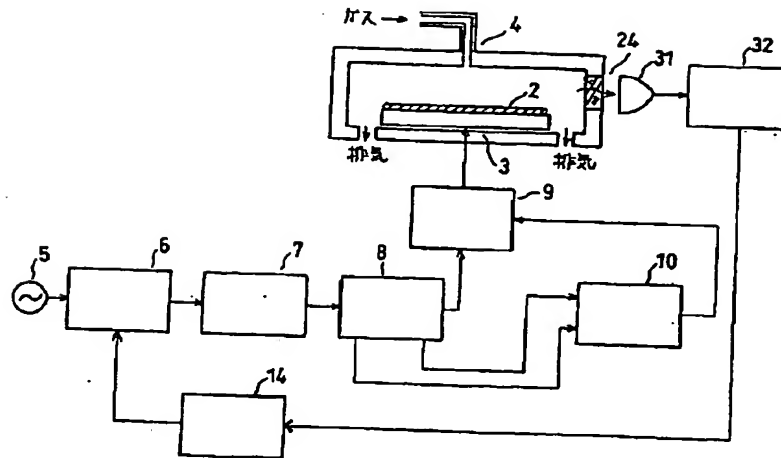
【図 8】



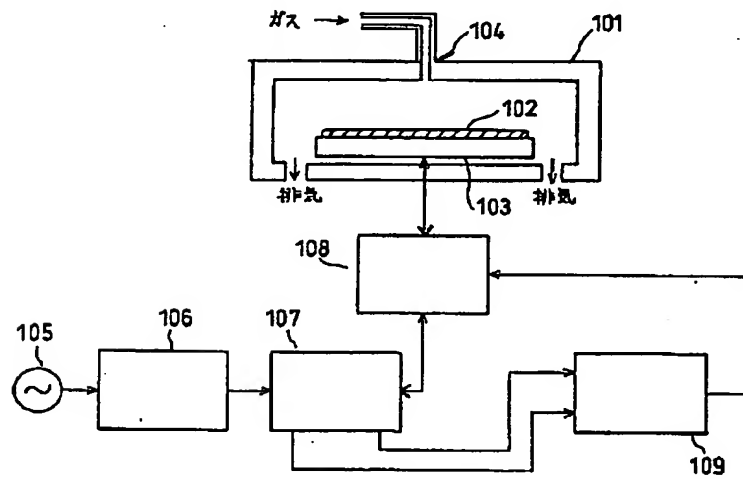
【図 10】



【図 9】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 21/3065

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 0 1 L 21/302

技術表示箇所

B



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-092491

(43)Date of publication of application : 04.04.1997

(51)Int.Cl.

H05H 1/46  
C23C 16/56  
C23F 4/00  
H01L 21/205  
H01L 21/3065

(21)Application number : 07-250409

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 28.09.1995

(72)Inventor : TOMIOKA KAZUHIRO

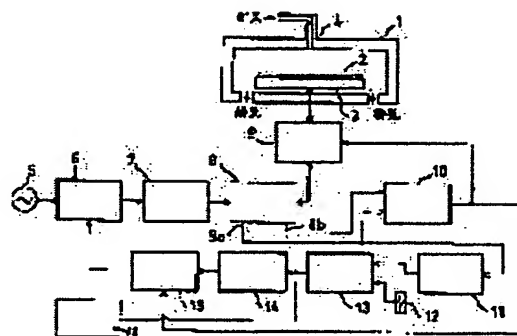
## (54) DEVICE AND METHOD FOR PLASMA PROCESSING

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent generation of dust, breaking and contamination of a base surface, and dielectric breakdown of electric elements by detecting the generation of the abnormal discharge of a plasma, and reducing the frequency of the occurrence of the discharge.

**SOLUTION:** A base 2 to be processed is placed within a plasma processing vessel 1, the inside of the vessel is evacuated, and gas is introduced from a gas inlet 4. A predetermined high frequency is produced from a high frequency source 5 and amplified by a high-frequency power amplifier 7 via a high-frequency switch 6. Next, it is divided by a directional coupler 8 into a propagating wave 8a to a fundamental susceptor 3 and a reflected wave 8b, and a matching unit 9 is controlled by a matching unit control device 10 so that the reflected-wave power is at a minimum while the propagating-wave power is at a maximum. If an abnormal discharge occurs, a wave detector 1 detects it, a voltage comparator 12

compares it with a reference voltage source 13, and a signal is produced from a trigger generator 14. Further, the high-frequency power is controlled by a gate circuit 15 according to information from the matching unit control device 10. Thus by suppressing the generation of the abnormal discharge the generation of dust, breaking and contamination of the base surface, and dielectric breakdown of electric elements are prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 22.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A means to generate high-frequency power, a plasma treatment container, and a means to introduce gas into a plasma treatment container, The electrode which introduces high-frequency power into a plasma treatment container, and a means to detect the high-frequency power reflected from this electrode, Plasma treatment equipment characterized by having a means to control the high-frequency power impressed to an electrode only according to fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from the electrode in the condition that the impedance of high-frequency power and the impedance of the plasma which are impressed to said electrode were adjusted.

[Claim 2] The plasma-treatment equipment characterized by to have a means control the output of a means generate the plasma in a plasma-treatment container, a plasma-treatment container, a means introduce gas into a plasma-treatment container, a means introduce microwave in a plasma-treatment container, a means detect the microwave reflected at the plasma, and a means generate the plasma according to fluctuation of the amplitude of the detected microwave.

[Claim 3] A means to generate the plasma in a plasma treatment container, and a plasma treatment container, A means to introduce gas into a plasma treatment container, and a means to introduce microwave into a plasma treatment container, Plasma treatment equipment characterized by having a means to control the output of a means to detect the microwave which penetrated the plasma, and a means to generate the plasma according to fluctuation of the amplitude of the detected microwave, or fluctuation of a phase.

[Claim 4] Plasma treatment equipment characterized by to have a means to control, according to fluctuation of the luminescence reinforcement which detected the output of a means to introduce gas into a means to generate the plasma in a plasma treatment container, a plasma treatment container, and a plasma treatment container, a means to detect the reinforcement of luminescence in a plasma treatment container, and a means to generate said plasma.

[Claim 5] The plasma-treatment approach characterized by to perform the process which controls the high-frequency power impressed to an electrode only according to fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from the electrode in the condition that the process which introduces process gas in a plasma-treatment container, the process which introduces high-frequency power from an electrode in a plasma-treatment container, and generates the plasma, and the impedance of high-frequency power and the impedance of the plasma impressed to said electrode were adjusted.

[Claim 6] The process which introduces process gas in a plasma treatment container, and the process which generates the plasma using a means to generate the plasma, in a plasma treatment container, The process which introduces microwave in a plasma treatment container, and the microwave which penetrated the microwave or plasma reflected in the plasma are detected. The plasma treatment approach characterized by performing the process which controls the output of a means to generate said plasma according to fluctuation of the amplitude of said reflected microwave, fluctuation of the amplitude of said transmitted microwave, or fluctuation of a phase.

[Claim 7] The plasma-treatment approach characterized by to perform the process which introduces

process gas in a plasma-treatment container, the process which generates the plasma using a means generate the plasma, in a plasma-treatment container, the process which detects the reinforcement of luminescence in a plasma-treatment container, and the process which control the output of a means generate said plasma according to fluctuation of the detected luminescence reinforcement.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention] While this invention processes the abnormality discharge generated within a plasma treatment container about plasma treatment equipment and detecting it, generating of the abnormalities in a configuration of a processed base and an electrostatic damage is reduced, damage on the plasma treatment container by abnormality discharge is prevented to coincidence, and it is related with the plasma treatment equipment which can control an advance [ exhausting ].

[Description of the Prior Art] The significance of the membrane formation technique of ultra-fine processing technology and high grades, such as a component and wiring, is increasing with advance of the densification of semiconductor devices, such as the DRAM (Dynamic RAM) logic LSI and a microprocessor, and high-performance-izing. The plasma is generated from halogen system gas, and it etches, or membrane formation of the above-mentioned micro processing or a high grade is made to generate the plasma from inorganic material gas or organic material gas, and membranes are formed by CVD (chemical vapor deposition) to it. The plasma treatment equipment which has an parallel plate electrode is explained with reference to drawing 11 . There is a base susceptor 103 in the interior of the plasma treatment container 101, and the processed base 102 is laid. Evacuation of the plasma treatment container 101 is carried out using a turbo molecular pump, an oil diffusion pump, etc. which are not illustrated. Then, reactant gas is introduced into a gas inlet 104, and the inside of the plasma treatment container 101 is held to a constant pressure. Next, the RF generated by the source 105 of a RF is amplified to power required in order to generate the plasma with the high-frequency amplifier 106, and the amplified RF is impressed to the base susceptor 103 through a directional coupler 107 and the adjustment machine 108. The adjustment machine controller 109 operates changing the capacity of the variable ceramic capacitor in the adjustment machine 108 so that it may have consistency in the IMPU dance of the high frequency impressed to the base susceptor 103 etc., when the plasma occurs. Generally, in order that the interior of the plasma treatment container 101 may prevent metal contamination of processed base 102 grade, the aluminum by which alumite processing was carried out in the front face is used. The alumite layer is usually formed in about 100nm by the anode oxidation method. In the etching process which a CVD method and a resultant with comparatively low vapor pressure generate, if the deposition film is generated as it becomes easy to generate the deposition film and an etching process is piled up on an alumite layer, the charge up will be carried out on a deposition film front face. If much minute arc discharge occurs near the deposition film front face by a certain cause here, a lot of deposition film will separate and it will become the cause of dust. There was a problem that the component in the processed base 102 and the short circuit of wiring, and an open circuit occurred according to generating of this dust. Moreover, in order to prevent the above-mentioned trouble, before becoming more than a certain thickness in which the deposition film begins to separate, it is necessary to perform the maintenance of washing the plasma treatment container 101. However, it was difficult to grasp correctly the timing which performs this maintenance. On the other hand, when forming metal wiring of aluminum etc. by etching, it is Cl2 to the plasma treatment container 101. Or BC13 It is Cl2, although gas is introduced and the plasma is generated. Or BC13 Since reactivity of gas is

high, the alumite layer of plasma treatment container 101 internal surface is etched little by little. When the alumite layer was etched and it disappeared, the aluminum of a wall was exposed, and when abnormality discharge of above-mentioned arc discharge etc. occurred in this condition, there was a problem that metal impurities, such as iron other than the aluminum of a wall or aluminum and magnesium, polluted a processed base. Moreover, getting to know the life of the plasma treatment container 101 until aluminum is exposed also had the problem that it was difficult and it difficult to grasp correctly the timing which performs maintenance. When abnormality discharge furthermore occurred near the processed base, configuration damage was done to the processed base itself, or the component resulted in an electrostatic discharge or degradation, and there was a problem of reducing the production yield of processed bases, such as a semiconductor device, remarkably.

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is made in consideration of the above-mentioned problem, the occurrence frequency of abnormality discharge is controlled, and it aims at offering the plasma treatment equipment which can reduce generating of sudden dust generating by abnormality discharge, damage on a processed base front face, contamination of a base, dielectric breakdown of the electric element of a base, etc.

[Means for Solving the Problem] A means to generate the 1st high-frequency power of this invention in order to solve the above-mentioned technical problem, A means to introduce gas into a power plasma treatment container and a plasma treatment container, The electrode which introduces a RF into a plasma treatment container, and a means to detect the high-frequency power reflected from said electrode, The plasma treatment equipment characterized by having a means to control the high-frequency power impressed to an electrode, only according to fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from the electrode in the condition that the impedance of the high-frequency power impressed to an electrode and the impedance of the plasma were adjusted is offered. In the 1st of this invention, moreover, a means to more specifically control high-frequency power A means to recognize it as it being in the condition that the impedance of the high-frequency power impressed to an electrode and the impedance of the plasma were adjusted, It consists of a means to control the high-frequency power impressed to said electrode, based on the information from a means to detect fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from an electrode, a means to recognize it as it being in the condition that the impedance was adjusted, and a means to detect fluctuation of the amplitude. Moreover, in the 1st of this invention, control of the high-frequency power by means to control high-frequency power is especially effective to the abnormality discharge generated near the processed base. In order to solve the above-mentioned technical problem moreover, the 2nd of this invention A means to generate the plasma in a plasma treatment container, and a means to introduce gas into a plasma treatment container, The plasma treatment equipment characterized by having a means to control the output of a means to introduce microwave into a plasma treatment container, a means to detect the microwave reflected in the plasma, and a means to generate the plasma according to fluctuation of the amplitude of the detected microwave is offered. In order to solve the above-mentioned technical problem moreover, the 3rd of this invention A plasma treatment container and a means to generate the plasma in a plasma treatment container, A means to introduce gas into a plasma treatment container, and a means to introduce microwave into a plasma treatment container, The plasma treatment equipment characterized by having a means to control the output of a means to detect the microwave which penetrated the plasma, and a means to generate the plasma according to fluctuation of the amplitude of the detected microwave or fluctuation of a phase is offered. In addition, a means to control high-frequency power in the 2nd of this invention thru/or the 3rd is desirable when the measurement of controlling according to fluctuation of the amplitude in the specific frequency band of microwave according to the specific ion corresponding to abnormality discharge or the frequency band of active species is attained, and closing exact detection of abnormality discharge, if . Further again in order to solve the above-mentioned technical problem the 4th of this invention A plasma treatment container and a means to generate the plasma in a plasma treatment container, The plasma treatment equipment characterized by having a means to control the output of a means to introduce gas into a plasma treatment container, a means to detect the reinforcement of luminescence in a plasma treatment

container, and a means to generate the plasma according to fluctuation of the detected luminescence reinforcement, and a RF is offered. Moreover, in the 1st of this invention thru/or the 4th plasma treatment equipment, when having a means to measure the count of each of amplitude fluctuation of the high-frequency power reflected from an electrode, the amplitude of microwave or fluctuation of a phase, and fluctuation of luminescence reinforcement grasps damage on a plasma treatment container, and an advance [ exhausting ], it is desirable. As for a means to control high-frequency power in the 4th of this invention, it is desirable to control according to fluctuation of the luminescence reinforcement in specific wavelength because of more exact detection of abnormality discharge. Moreover, the 5th of this invention is characterized by to perform the process which controls the high-frequency power impressed to an electrode only according to fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from the electrode in the condition that the process which introduces process gas in a plasma-treatment container, the process which introduces high-frequency power from an electrode in a plasma-treatment container, and generates the plasma, and the impedance of high-frequency power and the impedance of the plasma impressed to said electrode were adjusted. According to the 1st of above-mentioned this invention, and the 5th, it responds quickly to fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from an electrode, and abnormality discharge can be reduced with a means to control the high-frequency power which impresses generating to an electrode before detection and abnormality discharge can grow, and it is in the first stage when abnormality discharge occurs. Moreover, in order to control the high-frequency power impressed to an electrode only according to fluctuation of the amplitude of a means generate high-frequency power, and the high-frequency power reflected from the electrode in the condition that the impedance with the plasma was adjusted, since power control does not perform depending on fluctuation of the amplitude of the high-frequency power reflected from the electrode in the condition that the impedance is not adjusted, there is no fault high-frequency power is intercepted and reduced superfluously and reduce a throughput faultily. Moreover, since the reflection from an electrode is detected, fluctuation of the very small plasma [ / near / which brings damage to a processed gas / the electrode ] is also detectable. Moreover, according to the 2nd of this invention, and the 6th, microwave was introduced into the plasma treatment container and the microwave which penetrated the microwave or plasma reflected in the plasma is detected. If abnormality discharge occurs within a plasma container, when a plasma consistency (electron density) increases in localization, the plasma frequency proportional to a plasma consistency will increase. If microwave is introduced here, the microwave permeability which penetrates the plasma decreases, the amplitude (the microwave reflected in the plasma increases) will be changed, or the phase of the microwave to penetrate will be overdue. Generating is detected in the first stage when abnormality discharge occurs, and abnormality discharge grows, and before doing damage to a processed gas, it can be made to decrease by responding quickly to fluctuation of the amplitude, or fluctuation of a phase, and controlling the output of a means to generate the plasma. Moreover, it is possible to detect abnormality discharge over the whole inside of a plasma treatment container irrespective of near the electrode. Furthermore, the luminescence reinforcement in the plasma treatment container at the time of abnormality discharge generating is detected, and since the output of a means to generate the plasma according to the fluctuation is controlled, it can detect in early stages of abnormality discharge generating, and can be made to decrease according to the 4th of this invention, and the 7th. Moreover, it is possible to detect abnormality discharge over the whole inside of a plasma treatment container irrespective of near the electrode.

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the outline block diagram of the plasma etching system which is the 1st operation gestalt of this invention. In the plasma treatment container 1, the base susceptor 3 which laid the processed base 2 is installed. First, evacuation is carried out with a turbo molecular pump, an oil diffusion pump, etc. which do not illustrate the plasma treatment container 1, and the gas which generates active species, such as ion or a radical required for processing, from the gas inlet 4 connected to the plasma treatment container 1 is introduced. After introducing gas, the inside of the plasma treatment container 1 is maintained to a fixed pressure. 13.56MHz high frequency is generated by the source 5 of high frequency, and this high frequency is amplified to power required in order to generate

the plasma with the high-frequency power amplifier 7 through the high frequency switch 6. The amplified RF is divided into the progressive waves 8b and 8a to the base susceptor 3 with a directional coupler 8. Reflected wave power controls variable reactive elements, such as a variable ceramic capacitor of the adjustment machine 9, so that, as for this progressive wave and reflected wave that were detected, min and progressive wave power become max with the adjustment machine control unit 10. That is, the adjustment machine 9 is operated so that the impedance of the RF impressed to a substrate susceptor so that the maximum power may be supplied to the base susceptor 3, and the impedance of the plasma to generate may be adjusted. The high frequency switch 6 usually passes ON condition, i.e., high frequency. Furthermore, if a RF is generated and the plasma occurs in the plasma treatment container 1, adjustment actuation of an above-mentioned impedance will be performed by the adjustment machine 9 and the adjustment machine controller 10 for several seconds. Since high frequency is generated, the period and the high frequency switch 6 with which adjustment actuation is performed are controlled by the gate circuit 15 to hold in the ON condition. Here, while performing processing after generating the plasma, if abnormality discharge of arc discharge etc. occurs in the plasma treatment container 1 by a certain cause, as shown in reflected wave output 8a of a directional coupler 8 at drawing 2, the pulse-like output a will occur. Envelope detection of this generated reflective output pulse is carried out with a wave detector 11. The wave detected with the wave detector 11 turns into a \*\*\*\* wave shown in drawing 3 a'. However, drawing 2 and drawing 3 are voltage waveforms when always changing the high frequency switch 6 of the gestalt of this operation into ON condition and having not carried out actuation of reduction of abnormality discharge, when it is not concerned with the existence of arc discharge but the high frequency switch 6 is always set to ON. The pulse signal detected with the wave detector 11 is compared with the criteria direct current voltage  $V_{th}$  (a broken line shows among drawing 3.) which the source 13 of reference voltage generates by the electrical-potential-difference comparator 12. When it becomes more than the above-mentioned reference voltage, it is regarded as what abnormality discharge generated, and the trigger signal which operates a pulse generator 14 is generated. The RF cutoff pulse which the pulse generator 14 generated with the trigger signal is shown in drawing 4. It is almost equal to the persistence time of the abnormality discharge shown in drawing 2 a, or the pulse of a little long time amount is generated. A RF cutoff pulse shall not be transmitted to the RF switch 6 during adjustment actuation of an impedance by the circuit 15 of the gate. This is because the oscillation phenomenon which repeats the actuation in which the adjustment working of the impedance of an RF generator and a plasma impedance and a reflected wave electrical potential difference may exceed the criteria direct current voltage  $V_{th}$  of the source 13 of reference voltage, this is taken for abnormality discharge, high frequency is turned off with the high frequency switch 6 (cutoff), and high frequency is again turned on in a cutoff pulse period may be seen. according to the gestalt of this operation, this judges generating of abnormality discharge and results in the RF control by the switch 6 - - until is considered to be the evil resulting from detecting the oscillation phenomenon which could not be measured conventionally by having been accelerated. Then, with the gestalt of this operation, in order to prevent misconception actuation, when the information on a purport that the impedance is not adjusted is acquired from the adjustment machine controller 10, high-frequency power shall not be controlled by the gate circuit 15. In addition, the pulse numeral machine 16 can be used in order to get to know growth of the deposition film of the plasma treatment container 1, and extent of wear and to consider as the standard of the maintenance of the plasma treatment container 1, or exchange by measuring the count of abnormality discharge. When dry etching is performed using this plasma treatment equipment, as reflected wave pulse shape is shown in drawing 6, the extinction of arc of the abnormality discharge is carried out in a generating process. A wavy line is a thing when omitting reduction actuation of the abnormality discharge by the gestalt of this operation. Moreover, the effectiveness that the occurrence frequency of abnormality discharge was also decreasing about 60 to 80% with the pulse numeral vessel 16 was seen. An advance [ exhausting ] of the plasma treatment container 1 was also controlled, and the life was also able to be prolonged. What is necessary is just to make it the electron temperature to the time amount which cutoff pulse periods are the persistence time of abnormality discharge and a period more than comparable, and the plasma is extinguished and does



not affect adjustment actuation (i.e., the inside of the plasma) become below the damping time. 10 microseconds to a cutoff pulse period and 10 mses are specifically good, and the range for 50 to 500 microseconds is desirably good. In addition, by comparing the output pulse of a wave detector with the direct-current reference voltage of the source of reference voltage in the gestalt of this operation, although abnormality discharge was detected, this may detect abnormality discharge by carrying out pulse judgment of the output wave of a wave detector in a differential circuit etc. Next, the plasma treatment equipment which is the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained using drawing 5. The gas supply system and the exhaust air system are the same as that of the 1st example, and detailed explanation \*\*s the same sign to the same component as the gestalt of the 1st operation, and omits explanation of a sign while omitting it. Like the gestalt of the 1st operation, after introducing gas, the inside of the plasma treatment container 1 is maintained to a fixed pressure, and the high frequency succeedingly generated by the source 5 of high frequency is amplified to power required in order to generate the plasma with the high-frequency power amplifier 7 through the high frequency switch 6. On the other hand, the microwave directional coupler 22 of a multiple hole die is made to emit the 35GHz microwave generated by the source 21 of microwave with the through transmitting horn antenna 23. Incidence of the emitted microwave is carried out into the plasma treatment container 1 from the 1st quartz aperture 24. usually, the electron density  $n_e$  of the plasma used for plasma treatment equipment -- 109-1013-/cm<sup>3</sup> it is . At this time, it is a plasma frequency  $\omega_p$  ( $n_e 0.5$ ). It is alike and is in an about ten to 100 GHzno microwave range proportionally. abnormality discharge does not occur -- uniform -- it sets plasma 2, and if incidence of the microwave of a high frequency is carried out compared with a plasma frequency, it will spread without attenuation of the inside of the plasma. if abnormality discharge occurs in a plasma treatment container -- electron density  $n_e$  -- office \*\* ---like -- it is, and it increases and a plasma frequency also increases in connection with this. If a plasma frequency surpasses the frequency of incidence microwave, the inside of the plasma cannot be spread but it will decrease. This phenomenon is called a cut-off. Reflection of microwave takes place to coincidence. Thus, incidence of the microwave reflected from the plasma when abnormality discharge occurs is carried out to the transmitting horn antenna 23. This reflected wave that carried out incidence is taken out with the microwave directional coupler 22, and it detects with the 1st microwave wave detector 27. Drawing 7 is the detection output voltage of the 1st microwave wave detector 27 when abnormality discharge occurs. Generating of abnormality discharge obtained the pulse shape accompanying abnormality discharge like the gestalt of the 1st operation. On the other hand, the microwave which passed through the inside of the plasma is led to the receiving horn antenna 26 from the 2nd quartz aperture of the plasma treatment container 1. The passage microwave acquired with the receiving horn antenna 26 is detected with the 2nd microwave wave detector 28. Drawing 8 is the detection output voltage of the 2nd microwave wave detector 28 when abnormality discharge occurs. Generating of abnormality discharge obtained the pulse shape which decreases in number with abnormality discharge drawing 7 and reversely. Here, when it becomes more than a certain direct-current reference voltage  $V_{th}$  which the output pulse of the microwave wave detector 27 of the above 1st generates in the source 12 of reference voltage while processing by generating the plasma, the electrical-potential-difference comparator 13 sends a trigger signal to a pulse generator 14. The transfer switch 29 has switched the detection approach of the abnormality discharge by passage according [ or ] to reflection of microwave. Moreover, it uses in order to switch the output forward negative logic of the electrical-potential-difference comparator 13 to coincidence with the logic inverter 30. When the microwave wave detector 28 of the above 2nd detects abnormality discharge, it is because it is necessary to send a trigger to a pulse generator 14 below with the direct-current reference voltage  $V_{th}$ . Also in which approach of detection the abnormality discharge by reflection and transparency of the above-mentioned microwave, reduction of abnormality discharge was possible by intercepting fixed time amount high frequency with the high frequency switch 6 like the gestalt of the 1st operation. In addition, although abnormality discharge was detected by detecting the amplitude of the microwave reflected or passed in the gestalt of this operation, this may detect abnormality discharge by detecting the delay of the phase change of the microwave reflected or passed etc. Then, it explains, referring to a drawing about the plasma treatment equipment which is the gestalt

of the 3rd operation. Drawing 9 is the outline block diagram. The gas supply system and the exhaust air system are the same as that of the gestalt of the 1st operation. Like the gestalt of the 1st and the 2nd operation, after introducing gas, the inside of the plasma treatment container 1 is maintained to a fixed pressure. The high frequency successingly generated in the source 5 of high frequency is amplified to power required in order to generate the plasma with the high-frequency power amplifier 7 through the high frequency switch 6. Here, while processing by generating the plasma, if abnormality discharge occurs, while [ it ] having generated, luminescence reinforcement will rise. Then, after the luminescence detector 31 on the strength detects the luminescence reinforcement of the plasma which improved lightning from the 1st quartz aperture 24, only a change of luminescence by abnormality discharge of a 500 macro second on the strength is taken out from about 50 microseconds with the pulse judgment vessel 32, and a trigger signal is taken out to an output. It is for avoiding malfunction by fluctuation of the luminescence reinforcement by factors other than abnormality discharge during plasma treatment. Reduction of abnormality discharge was possible for the trigger signal acquired with the pulse judgment vessel 31 by considering as the pulse of fixed time amount with a pulse generator 14 like the gestalt of the above, the 1st, and the 2nd operation, and intercepting fixed time amount high frequency with the high frequency switch 6. In addition, although abnormality discharge was detected by detecting change of luminescence reinforcement which carries out incidence to the luminescence detector 31 on the strength in the gestalt of this operation, it is also possible to install a spectrometer etc. in the luminescence detector 31 on the strength, to detect the specific ion which participates in abnormality discharge, and the wavelength of active species, and to detect more exact abnormality discharge. In addition, although generating of abnormality discharge was reduced when the gestalt of each operation of this invention intercepted a RF, this may reduce the output of a RF. Moreover, although how for the gestalt of operation of this invention to impress a RF to a substrate susceptor, and to generate the plasma was described, this has in others a means to generate the plasma using inductive coupling, a plasma electron cyclotron resonance, a helicon wave, etc., and may make abnormality discharge prevent by intercepting thru/or reducing the output of the RF of a means to generate the plasma, and microwave, with generating of abnormality discharge. Moreover, in the above-mentioned plasma treatment equipment, when high frequency bias is being impressed to a base susceptor, the high frequency bias may be intercepted or reduced.

[Effect of the Invention] Generating of the abnormality discharge in a plasma treatment container is detected, the occurrence frequency of abnormality discharge is controlled, and it becomes possible to reduce generating of sudden dust generating by abnormality discharge, damage on a processed base front face, contamination of a base, dielectric breakdown of the electric element of a base, etc.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

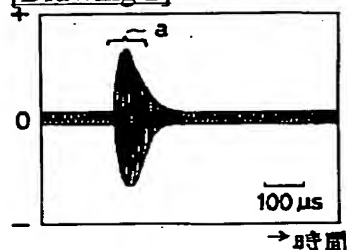
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

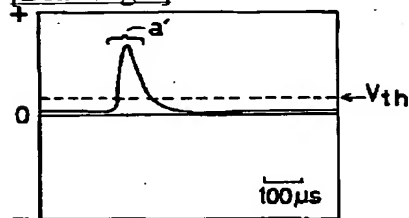
DRAWINGS

---

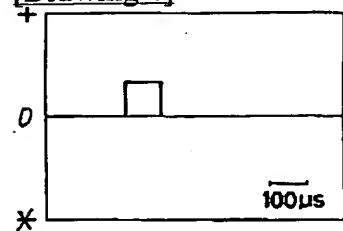
[Drawing 2]



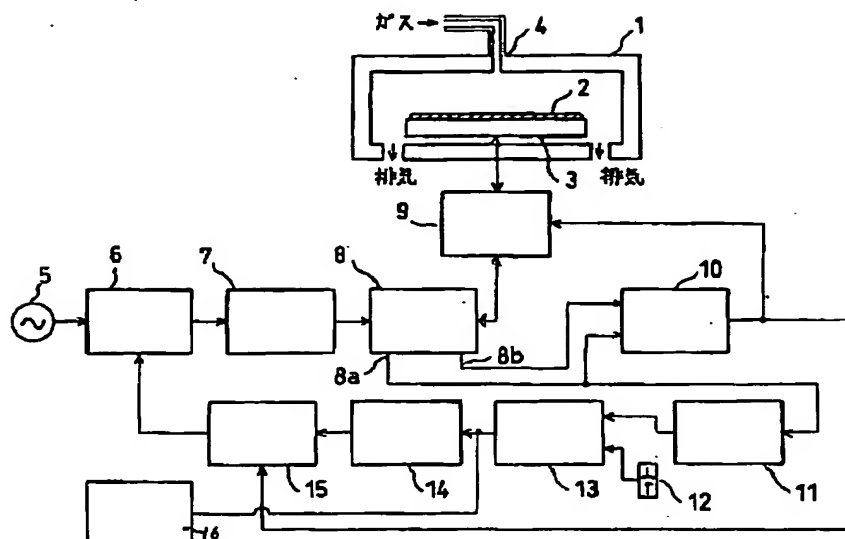
[Drawing 3]



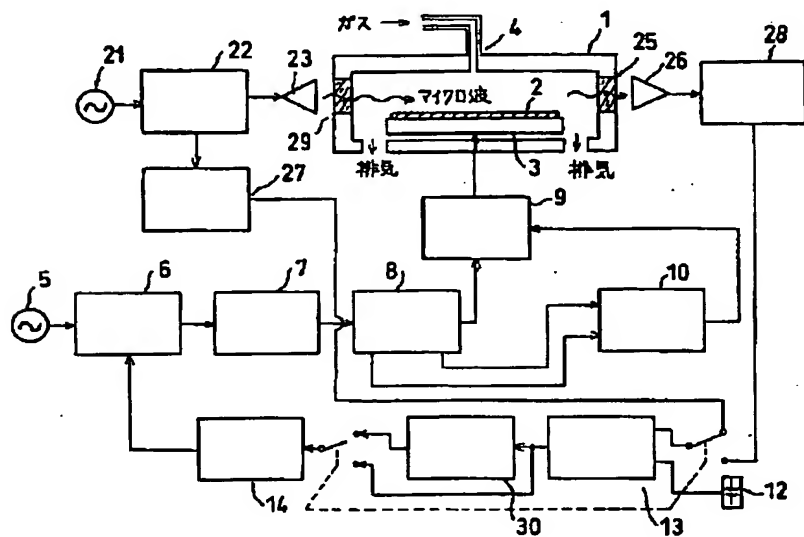
[Drawing 4]



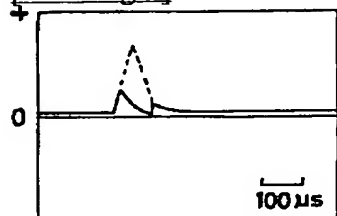
[Drawing 1]



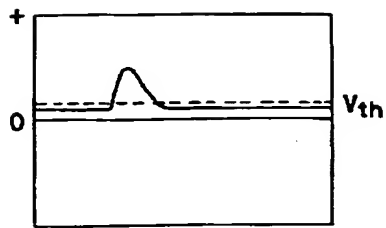
[Drawing 5]



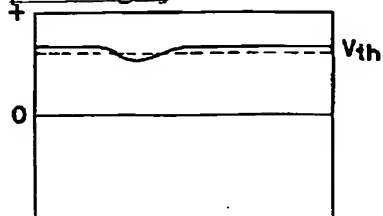
[Drawing 6]



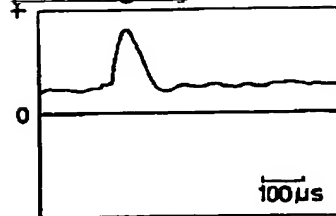
[Drawing 7]



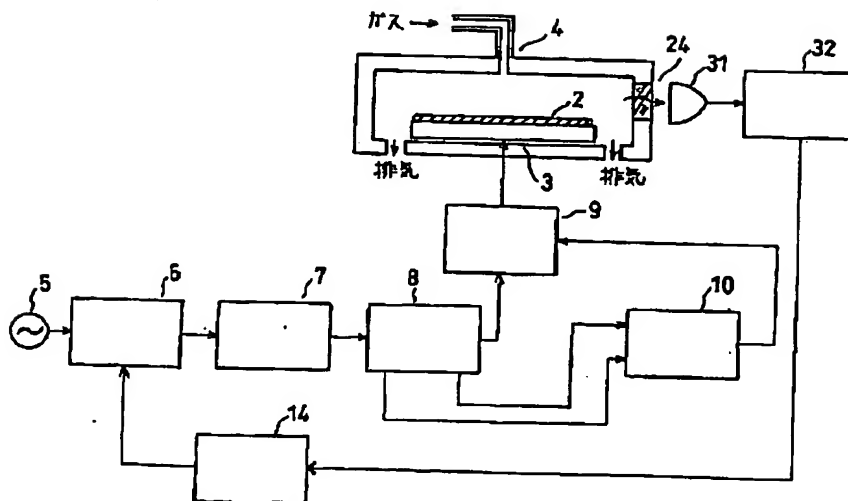
[Drawing 8]



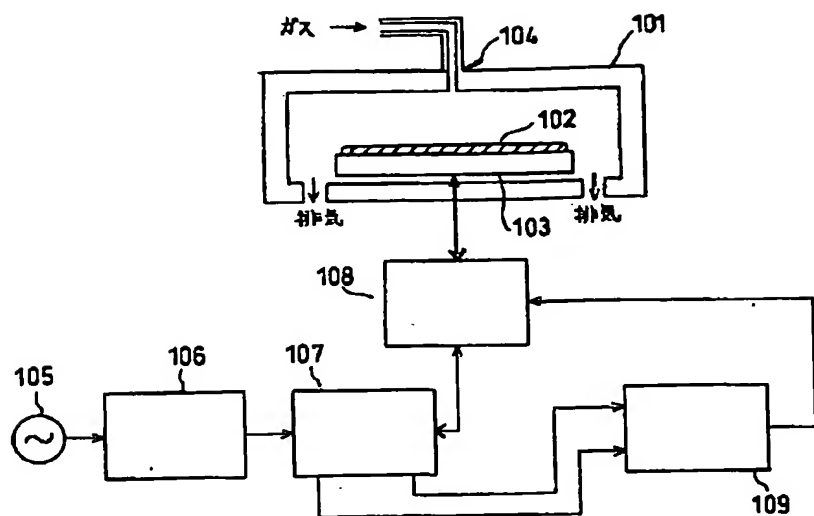
[Drawing 10]



[Drawing 9]



[Drawing 11]



[Translation done.]